

**rijksuniversiteit gent**

laboratorium voor  
toegepaste geologie  
en hydrogeologie



**LTG**

geologisch Instituut S8  
krijgslaan 281  
B-9000 gent

telefoon 091-22.57.15

TGO 83/34

POMPPROEVEN EN WATERSTAALNAMEN  
IN GESPLETEN VASTE GESTEENTEN  
(OOST- EN WEST-VLAANDEREN)

Resultaten van de pomp- en  
stijgproef bij de firma  
BELGIAN SEWING THREAD  
(B.S.T.) te Deerlijk

**LTG**

geologisch instituut S8  
krijgslaan 281  
B-9000 gent

telefoon 091-22.57.15

Opdrachtgever :

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN  
Belgische Geologische Dienst

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK

Studie en verslag : Dr. L. LEBBE  
Lic. M. MAHAUDEN

Dokument nr. : TGO 88/ 34

Datum : december 1988

## INHOUD

### LIJST DER FIGUREN LIJST DER TABELLEN

1. INLEIDING	1
2. LOKALISATIE VAN DE POMPPROEFSITE EN DE PEILPUTTEN	1
3. STRATIGRAFISCHE, LITOLOGISCHE EN HYDROGEOLOGISCHE BOUW TER HOOGTE VAN DE POMPPROEFSITE	5
4. TERREINWERKZAAMHEDEN	7
4.1. Sitekeuze	7
4.2. Uitvoering van de pompproef	7
4.3. Bemerkingen bij de terreinwaarnemingen	8
5. INTERPRETATIE VAN DE POMP- EN STIJGPROEF VAN AUGUSTUS 1988 VOLGENS DE KLASSIEKE GRAFISCHE METHODEN	12
5.1. Interpretatie van de pomp- en stijgproef ingeval men een isotrope watervoerende veronderstelt	12
5.1.1. Pompproef	12
5.1.1.1. Interpretatie volgens THEIS	12
5.1.1.1.1. Inleiding	12
5.1.1.1.2. Resultaten	12
5.1.1.2. Interpretatie volgens JACOB	14
5.1.1.2.1. Inleiding	14
5.1.1.2.2. Resultaten	14
5.1.2. Stijgproef	16
5.1.2.1. Inleiding	16
5.1.2.2. Resultaten	16
5.1.3. Bespreking	18
5.2. Interpretatie van de pomp- en stijgproef ingeval men een anisotrope watervoerende laag veronderstelt	19
5.2.1. Interpretatie volgens HANTUSH (1966)	19
5.2.2. Interpretatie volgens PAPADOPOULOS (1965)	20
5.2.3. Interpretatie door middel van een invers model	22
6. BESLUIT	35
REFERENTIES	37
BIJLAGEN	

## LIJST DER FIGUREN

- Fig. 1 Ligging van de pompproefsite
- Fig. 2 Ligging van de putten en de bedrijfsgebouwen van de firma's B.S.T. en STEVERLINCK Gebroeders
- Fig. 3 Geologisch-litologische doorsnede ter hoogte van de pompproefsite
- Fig. 4 Tijd-verlagingskurven van de peilputten 1, 2 en 4 (methode van THEIS)
- Fig. 5 Tijd-verlagingskurven van de peilputten 1, 2 en 4 (methode van JACOB)
- Fig. 6 Restverlagingskurven van de peilputten 1, 2 en 4
- Fig. 7 Assen van minimaal  $(kD)_y$  en maximaal  $(kD)_x$  doorlaatvermogen en ellips van gelijke verlaging voor de klassieke grafische interpretatiemethode volgens HANTUSH
- Fig. 8 Assen van minimaal  $(kD)_y$  en maximaal  $(kD)_x$  doorlaatvermogen en ellips van gelijke verlaging voor de klassieke grafische interpretatiemethode volgens PAPADOPOULOS
- Fig. 9 De waargenomen (kruisjes) en berekende verlaging (volle lijnen) in tijd-verlagings- en afstand-verlagingsgrafieken waarbij men een anisotrope watervoerende laag veronderstelt
- Fig. 10 Aanduiding van de hoek  $\theta$  die gelegen is tussen de hoofdrichting met maximaal doorlaatvermogen  $x$  en de richting PP-P1 en de hoeken  $\alpha_2$  en  $\alpha_3$  die gelegen zijn tussen de richting PP-P1 en respectievelijk PP-P2 en PP-P4. Een ellips van gelijke verlaging is voorgesteld
- Fig. 11 Isolijnen van de som van de kwadraten van de 162 afwijkingen voor verschillende hoeken  $\theta$  en verschillende waarden van de anisotropie  $\sqrt{m}$
- Fig. 12 Isolijnen van de som van de kwadraten van de 162 afwijkingen tegenover de hoeken  $\theta$  en de anisotropie  $\sqrt{m}$  over een kleiner waardeinterval

## LIJST DER TABELLEN

- Tabel 1 - Kenmerken en maaiveldhoogten van de putten gebruikt voor de pomp- en stijgproef
- Tabel 2 - Ligging van de peilputten ten opzichte van de pompput
- Tabel 3 - Verlagingen waargenomen tijdens de pompproef van augustus 1988 bij B.S.T. te Deerlijk
- Tabel 4 - Opgepompte hoeveelheid en debietmetingen tijdens de pomp- proef van augustus 1988 bij B.S.T. te Deerlijk
- Tabel 5 - Waargenomen restverlagingen tijdens de stijgproef van augustus 1988 bij B.S.T. te Deerlijk
- Tabel 6 - Hydraulische parameters bepaald volgens de klassieke interpretatiemethoden (isotrope watervoerende laag)
- Tabel 7 - Vergelijking van de waargenomen en berekende verlagingen bij veronderstelling dat gepompt wordt op een anistroke watervoerende laag

## **1. INLEIDING**

In het bestek van een opdracht ons toevertrouwd op 22 april 1987 door de heer Minister van Economische Zaken (briefkenmerk 8.P/86/12H/131-A3/11427) werd in augustus 1988 door het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de Rijksuniversiteit Gent een pomp- en stijgproef uitgevoerd te Deerlijk. Deze studie, opgedragen door de Heer Inspecteur-Generaal van de Belgische Geologische Dienst bij schrijven van 29 september 1988 gebeurde in onderaanneming van de firma SMET-DB N.V. te Dessel.

## **2. LOKALISATIE VAN DE POMPPROEFSITE EN DE PEILPUTTEN**

De pomp- en stijgproef werden uitgevoerd bij de firma B.S.T. (Belgian Sewing Thread) te Deerlijk. De bedrijfsgebouwen van deze textielfirma bevinden zich op ca. 2800 m ten zuidzuidoosten van de kern van Deerlijk (fig. 1). De firma beschikt over vier winningsputten in de krijt- en sokkelafzettingen. Ze werden als pomp- (PP) en peilputten (P1, P2 en P4)\* gebruikt bij deze studie.

Alle putten gebruikt in deze studie zijn aangegeven op fig. 2.

In tabel 1 zijn enkele kenmerken en de maaiveldhoogte (volgens de topografische kaart van het N.G.I. op 1:10.000) aangegeven. De technische doorsneden van de putten zijn in zover deze beschikbaar waren in bijlage ingesloten.

\* Voor de nummering van de peilputten werden de putnummers volgens het bedrijf overgenomen. De pompput gedurende de pomproef is er gekend als put 3.

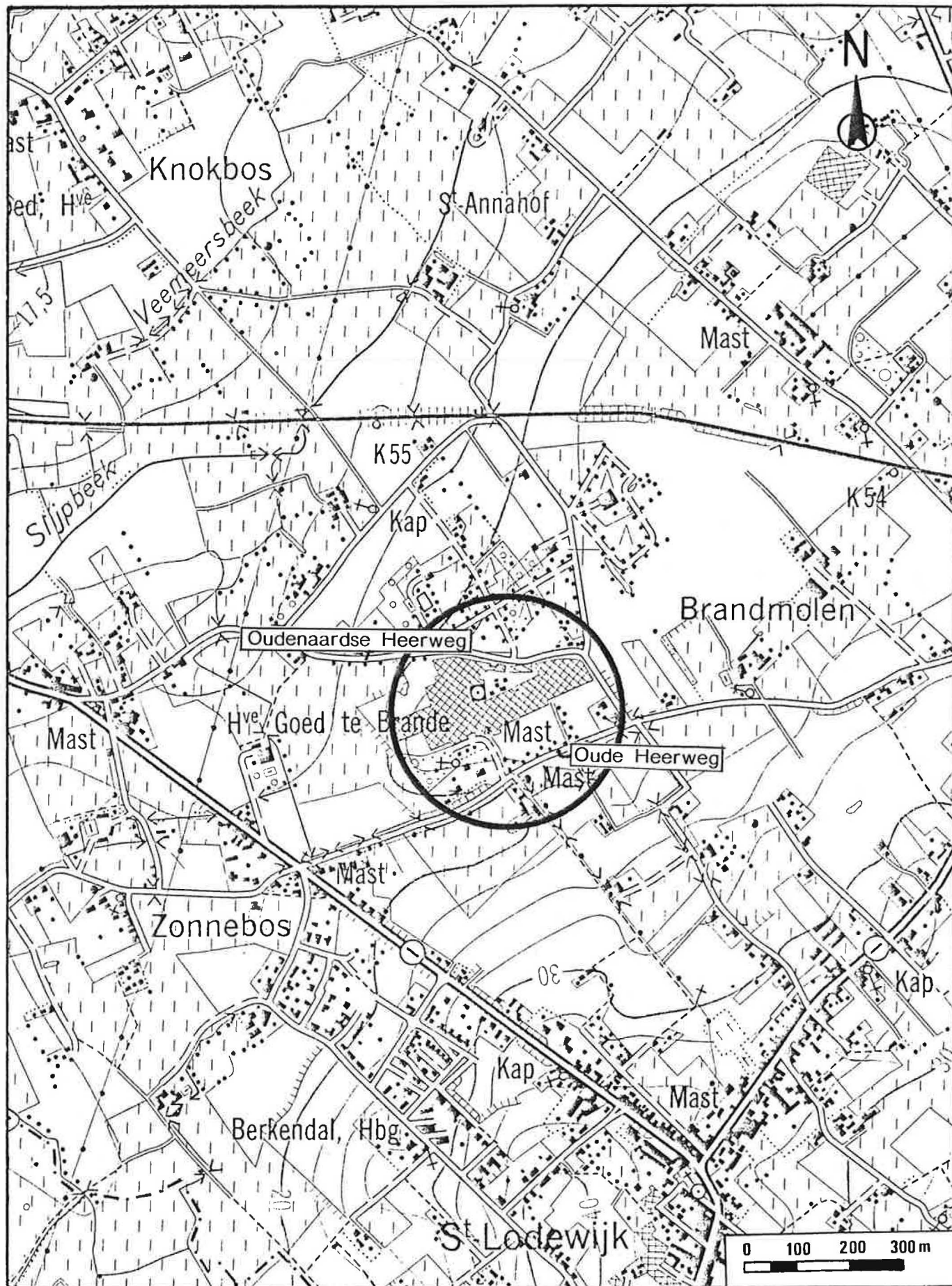


Fig. 1 - Ligging van de pompproefs site

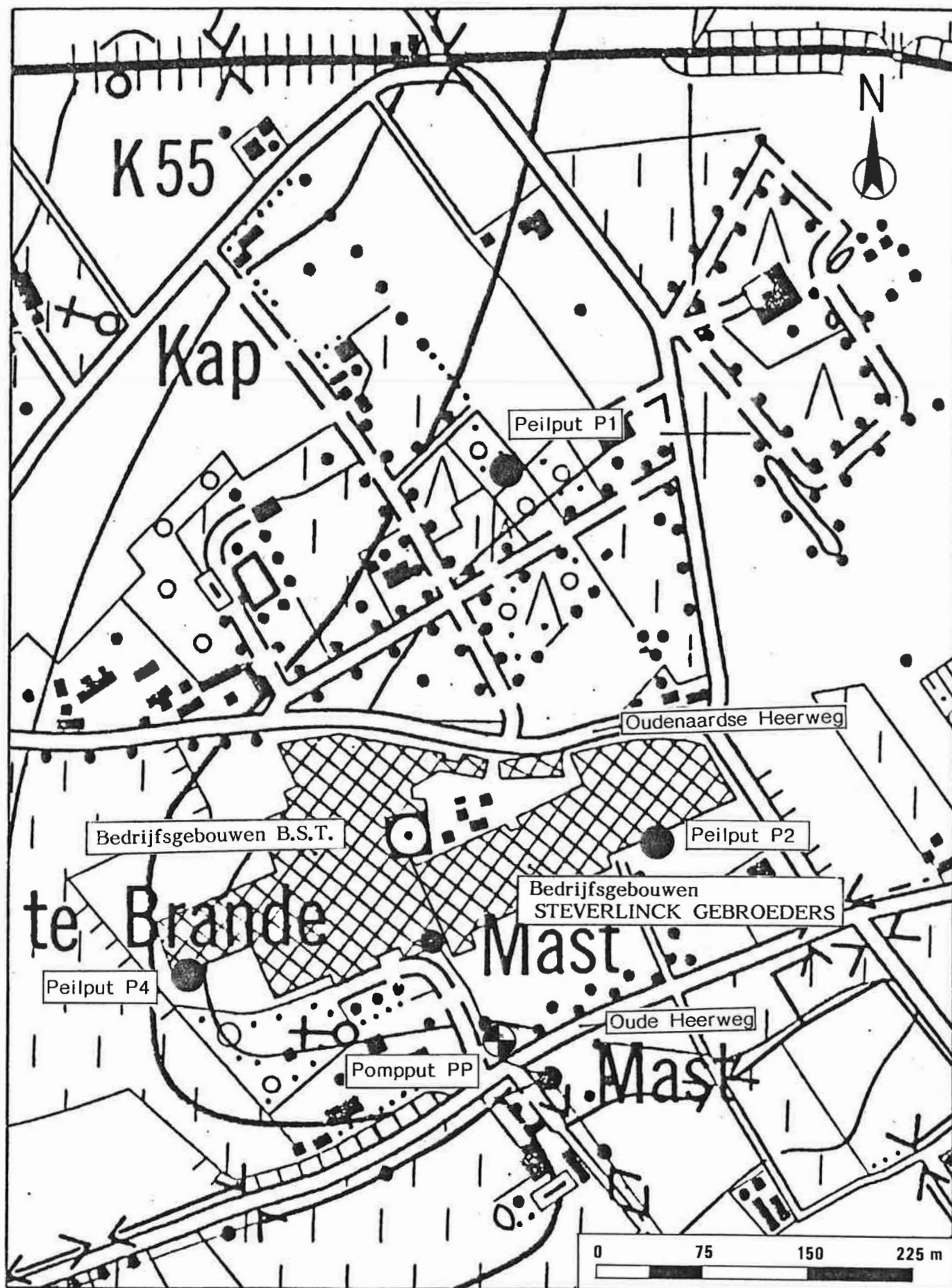


Fig. 2 - Ligging van de putten en de bedrijfsgebouwen van de firma's B.S.T. en STEVERLINK Gebroeders.



Tabel 1 - Kenmerken en maaiveldhoogten van de putten gebruikt voor de pomp- en stijgproef

Dossiernummer B.G.D. Blad 83E- Harelbeke	Datum van uit- voering	Benaming in bestek pomp- en stijgproef	Z maaiveld (in m TAW)* volgens topo kaart	Watervoerende laag
438	1984	pompput (PP)	+21,0	Krijt + Sokkel
436	1964	peilput 1 (P1)	+22,0	Krijt + Sokkel
437	1970	peilput 2 (P2)	+23,5	Krijt + Sokkel
439	1985	peilput 4 (P4)	+22,0	Krijt + Sokkel

De ligging van alle peilputten ten opzichte van de pompput zijn hierna in tabel 2 samengevoegd. Hierbij komt de richting N0°E overeen met de y-as van het Lambert coördinatenstelsel en valt de pompput samen met de oorsprong van het assenstelsel.

Tabel 2 - Ligging van de peilputten ten opzichte van de pompput

Peilput	Afstand tot pompput (in m)	hoek met pompput
P1	378	N2°45'E
P2	172	N42°E
P4	211	N76°45'W

\* Alle peilen voorkomend in dit verslag zijn aangegeven in m TAW.

### 3. STRATIGRAFISCHE, LITOLOGISCHE EN HYDROGEOLOGISCHE BOUW TER HOOGTE VAN DE POMPPROEFSITE

Uit de beschikbare boorstaten en de publikaties van R. LEGRAND (1966, 1968) kan men ter hoogte van de pompproefsite de volgende stratigrafische, litologische en hydrogeologische bouw afleiden. Van onder naar boven onderscheidt men de volgende lagen :

- primaire sokkelgesteenten van Siluur ouderdom. De top van deze gesteenten komt volgens de boorstaten voor tussen -90,5 en -95. Uit beschrijvingen van kernen (R. LEGRAND, 1966) betreft het een op-eenvolging van talrijke sekwenties gaande van zandsteen tot schalie.
- sekundaire krijtafzettingen van Turoon ouderdom. De top van deze gesteenten is begrepen tussen -74 en -81. Het betreft wit krijt met silexen, tot verkiezelde mergel.
- tertiaire paleoceen- en eoceenafzettingen, met name de Formatie van Landen en de Klei van Vlaanderen. De top van de Formatie van Landen komt voor op ca. -46 tot -48. Deze formatie kan ingedeeld worden in een kleipakket onderaan en een zandpakket bovenaan. Uit de weinig nauwkeurige boorbeschrijvingen die beschikbaar zijn kan men afleiden dat het kleipakket ca. 10 tot 20 m dik is. De klei van Vlaanderen die de Formatie van Landen bedekt is ca. 62 m dik. De dikte van de kwartaire afzettingen bedraagt 5 tot 8 m (PP en P4), het betreft leem tot leemhoudend zand.

De algemene geologische - litologische toestand ter hoogte van de pompproefsite is verduidelijkt in een doorsnede (fig. 3).

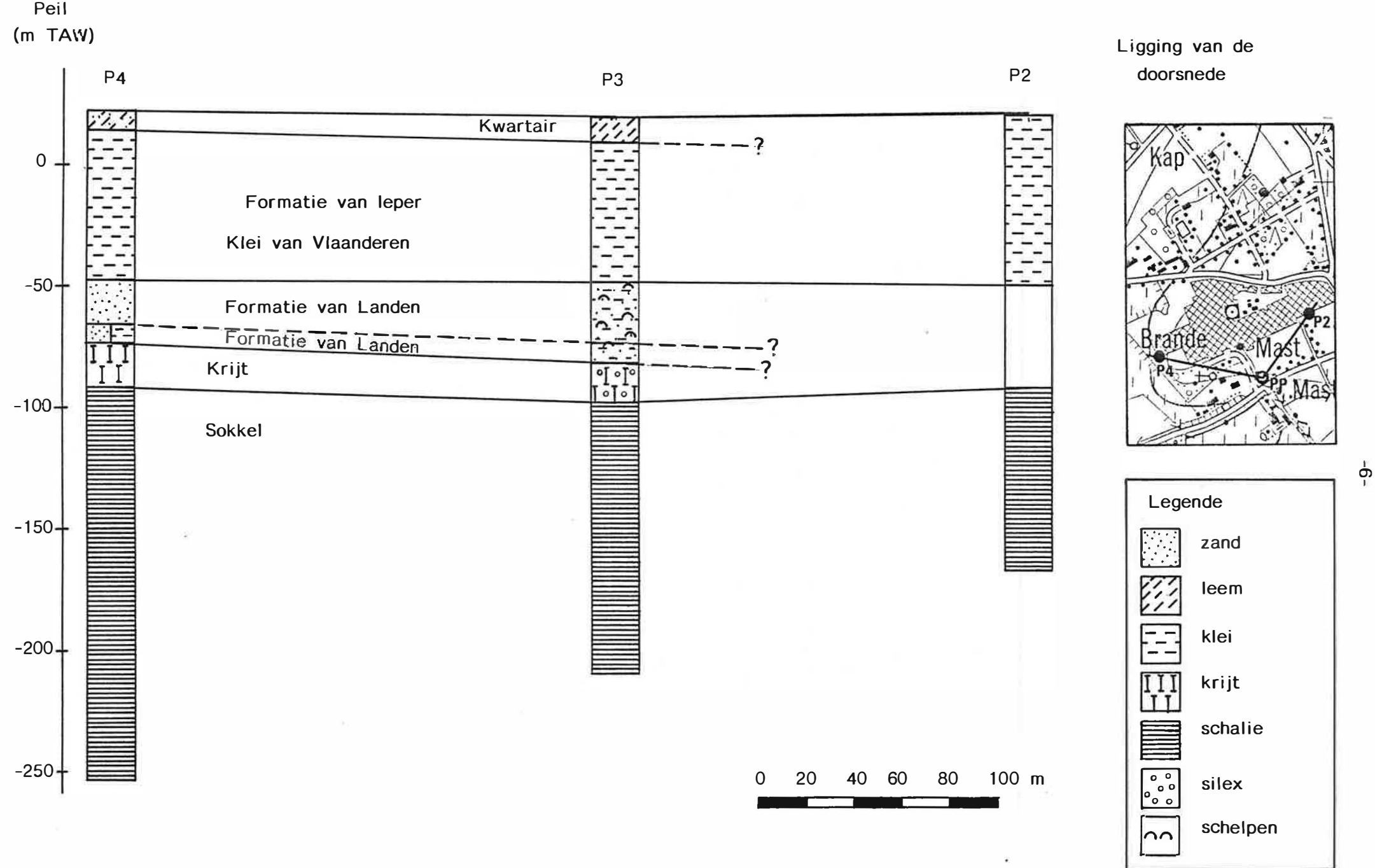


Fig. 3 - Geologisch litologische doorsnede ter hoogte van de pompproefsite.

#### 4. TERREINWERKZAAMHEDEN

##### 4.1. Sitekeuze

De sitekeuze werd, naast het beschikbaar zijn van de noodzakelijke puttenkonfiguratie, bepaald door het ontbreken van winningsputten in de sokkel- en krijtgesteenten in de onmiddellijke omgeving (W. DE BREUCK et al., 1986).

##### 4.2. Uitvoering van de pompproef

Vanaf 21 juli tot 14 augustus 1988 was er bij de bedrijven B.S.T. en STEVERLINCK Gebroeders\* (fig. 2) een sterk verminderde werkactiviteit zodat er slechts sporadisch gepompt werd. Vanaf 9 augustus om 9h00' werd op onze vraag gestopt met pompen. Op 11 augustus werd de definitieve pompproef gestart op 11h54'; er werd kontinu gepompt op PP (bij het bedrijf gekend als put 3) tot 13 augustus om 10h00' met een konstant debiet van  $19,44 \text{ m}^3/\text{h}$  of  $466,56 \text{ m}^3/\text{d}$ . De verlaging van de stijghoogte werd waargenomen in de peilputten P1, P2 en P4 (peilputten in de aangepompte laag). De stijging werd opgemeten van 13 augustus om 10h00' tot 13 augustus om 18h32'.

De waarnemingen gebeurden met behulp van elektrische peilmeters\*\*, tijdsintervallen werden opgemeten met kronometers. Het debiet werd gemeten met een geijkte teller Schlumberger Contigea type WSG80. Op regelmatige tijdstippen werd het debiet gecontroleerd.

\* De firma STEVERLINCK Gebr. bezit een winningsput in de sokkel- en krijtgesteenten; het bleek echter onmogelijk om hierin het waterpeil te meten.

\*\* De pompuitrusting in de winningsputten liet geen metingen toe met druksonden. Er is geen plaats naast de stijgbuizen van de persleiding van de dompelpomp en er is steeds een reëel gevaar dat bij het ophalen van de meetsonden deze vastraken.

De verlagingen gedurende de pompproef zijn weergegeven in tabel 3. De opgepompte hoeveelheid en de debietmetingen zijn in tabel 4 verzameld. De restverlagingen gemeten tijdens de stijgproef zijn opgenomen in tabel 5.

#### **4.3. Bemerkingen bij de terreinwaarnemingen**

Uit vroegere studies en waarnemingen blijkt dat de stijghoogte in de sokkel in een driehoek Roeselare-Tielt-Waregem zeer lage waarden vertoont (DE BREUCK W. et al., 1986). De pompproefsite te Deerlijk ligt op de noordelijke helling van dit stijghoogtevlak. Vlak voor de aanvang van de pompproef bedroeg het "rustpeil" van de sokkel er ca. -92,5. Dit peil komt quasi overeen met het peil van het dak van de sokkelgesteenten (zie paragraaf 3).

Gedurende het pompen zal de stijghoogte onder het dak van de sokkel dalen. Vanaf dit moment wordt lucht doorheen de filter van de pompput in het grondwaterreservoir gezogen.

Uit de waargenomen verlagingen blijkt de vorm van de bekomen tijd-verlagingskurven af te wijken van de typische "THEIS"-kurve. Deze vorm is typisch voor gespleten milieus (THIERY, D., et al, 1983).

Tabel 3 - Verlagingen waargenomen tijdens de pompproef van augustus 1988 bij B.S.T. te Deerlijk

Peilput 1		Peilput 2		Peilput 4	
Tijd (min)	Verlaging (m)	Tijd (min)	Verlaging (m)	Tijd (min)	Verlaging (m)
0	0,000	0	0,000	0	0,000
0,5	0,000	0,5	0,000	0,5	0,005
1	0,000	1	0,020	1	0,023
1,5	0,000	1,5	0,043	1,5	0,050
2	0,000	2	0,062	2	0,075
2,5	0,000	2,5	0,082	2,5	0,097
3	0,000	3	0,097	3	0,115
3,5	0,000	3,5	0,112	3,5	0,137
4	0,000	4	0,127	4	0,149
5	0,000	5	0,153	5	0,193
6,3	0,000	6,3	0,195	6,3	0,247
8	0,003	8	0,248	8	0,313
10	0,010	10	0,302	10	0,380
12,5	0,013	12,5	0,361	12,5	0,449
16	-	16	0,434	16	0,527
20	-	20	0,509	20	0,603
26,66	0,070	25	0,588	25	0,685
32	0,080	32	0,682	32	0,780
40	0,095	40	0,766	40	0,873
50	0,110	50	0,852	50	0,965
63	0,132	63	0,940	63	1,059
80	0,155	80	1,032	80	1,165
100	0,180	100	1,115	100	1,260
125	0,208	125	1,202	125	1,357
160	0,245	160	1,304	160	1,470
200	0,280	200	1,392	200	1,570
250	0,325	250	1,482	250	1,667
320	0,378	320	1,586	320	1,779
405	0,440	400	1,684	410	1,900
500	0,490	500	1,791	510	1,995
625	0,587	630	1,912	635	2,109
795	0,688	800	2,044	810	2,240
-	-	1000	-	1074	2,375
1245	0,885	1250	2,280	1260	2,465
1605	1,030	1600	2,452	1591	2,627
1975	1,155	1965	2,567	1985	2,740
2722	1,372	2729	2,784	2708	2,935
2761	1,382				
2766	1,385	2766	2,794	2766	2,953

Tabel 4 - Opgepompte hoeveelheid en debietmetingen tijdens de pompproef van augustus 1988 bij B.S.T. te Deerlijk

Tijd (min)	Opgepompte hoeveelheid (m <sup>3</sup> )	Puntwaarneming debiet (m <sup>3</sup> /h)
0	0	20,51
63	20,982	19,63
100	32,982	19,44
205,5	67,332	19,25
256	83,382	19,40
327,8	106,982	19,45
421	137,082	19,50
517	168,232	19,44
641	208,612	19,48
804	261,712	19,48
1260	409,592	19,40
1590	516,437	19,44
1757	570,716	19,38
1955	634,435	19,47
2714	879,682	19,40
2766	896,362	-

Tabel 5 - Waargenomen restverlagingen tijdens de stijgproef van augustus 1988 bij B.S.T. te Deerlijk

	Peilput 1	Peilput 2	Peilput 3
Tijd t" (min)	Verlaging (m)	Verlaging (m)	Verlaging (m)
0	1,385	2,794	2,953
0,5	1,385	2,794	2,953
1	1,385	2,792	2,952
1,5	1,385	2,782	2,952
2	1,385	2,772	2,950
2,5	1,385	2,762	2,949
3	1,385	2,751	2,947
3,5	1,385	2,740	2,943
4	1,385	2,726	2,940
5	1,385	2,694	2,929
6,3	1,383	2,651	2,895
8	1,380	2,594	2,845
10	1,378	2,530	2,780
12,5	1,375	2,457	2,699
16	1,368	2,361	2,587
20	1,358	2,264	2,473
25	1,350	2,181	2,370
32	1,338	2,094	2,265
40	1,324	2,021	2,173
50	1,310	1,944	2,083
63	1,293	1,867	1,989
80	1,275	1,785	1,887
100	1,256	1,708	1,795
125	1,232	1,627	1,699
160	1,202	1,537	1,590
200	1,172	1,452	1,491
250	1,135	1,364	1,393
320	1,090	1,262	1,277
400	1,034	1,162	1,170
500	-	1,058	1,060
512	0,970	-	-



## 5. INTERPRETATIE VAN DE POMP- EN STIJGPROEF VAN AUGUSTUS 1988 VOLGENS DE KLASSIEKE GRAFISCHE METHODEN

### 5.1. Interpretatie van de pomp- en stijgproef ingeval men een isotrope watervoerende laag veronderstelt

#### 5.1.1. Pompproef

Interpretatie van de waargenomen verlagingen gedurende de pomp-  
proef gebeurde volgens de methodes van THEIS en JACOB

##### 5.1.1.1. Interpretatie volgens THEIS

###### 5.1.1.1.1. Inleiding

De methode van THEIS laat toe, in het geval van niet permanente  
stroming, het doorlaatvermogen en de bergingscoëfficiënt te bepalen.  
In fig. 4 zijn de tijd-verlagingskurven van de drie peilputten (P1,  
P2 en P4) aangegeven op dubbel logaritmisch papier.

###### 5.1.1.1.2. Resultaten

###### Peilput 1

De tijd-verlagingskurve vertoont niet het klassieke verloop.  
Rekening houdend met de kurven voor peilputten P2 en P4 en met de  
voorwaarden die het gebruik van deze interpretatiemethode omvatten  
bekomt men :

$$kD = \frac{466,56 \text{ m}^3/\text{d} \times 1}{4 \times \pi \times 0,50 \text{ m}} = 74,26 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$S = \frac{4 \times 74,26 \text{ m}^2/\text{d} \times 136 \text{ min}}{(378 \text{ m})^2 \times 1440 \times 1} = 2,0 \cdot 10^{-4}$$



#### Peilput 2

$$kD = \frac{466,56 \text{ m}^3/\text{d} \times 1}{4 \times \pi \times 0,45 \text{ m}} = 82,50 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$S = \frac{4 \times 82,50 \text{ m}^2/\text{d} \times 46 \text{ min}}{(172 \text{ m})^2 \times 1440 \times 10} = 3,6 \cdot 10^{-5}$$

#### Peilput 4

$$kD = \frac{466,56 \text{ m}^3/\text{d} \times 1}{4 \times \pi \times 0,48 \text{ m}} = 77,35 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$S = \frac{4 \times 77,35 \text{ m}^3/\text{d} \times 38 \text{ min}}{(211 \text{ m})^2 \times 1440 \times 10} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

### 5.1.1.2. Interpretatie volgens JACOB

#### 5.1.1.2.1. Inleiding

De methode van JACOB (COOPER en JACOB, 1946) die ook steunt op de THEIS formule kan eveneens toegepast worden om in het geval van niet permanente stroming het doorlaatvermogen en de bergingscoëfficiënt te bepalen. In fig. 5 zijn de tijd-verlagingskurven voor de peilputten P1, P2 en P4 aangegeven op half-logaritmisch papier.

#### 5.1.1.2.2. Resultaten

#### Peilput 1

$$kD = \frac{2,3 \times 466,56 \text{ m}^3/\text{d}}{4 \times \pi \times 1,160 \text{ m}} = 73,62 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$S = \frac{2,25 \times 73,62 \text{ m}^2/\text{d} \times 179 \text{ min}}{(378 \text{ m})^2 \times 1440} = 1,4 \cdot 10^{-4}$$

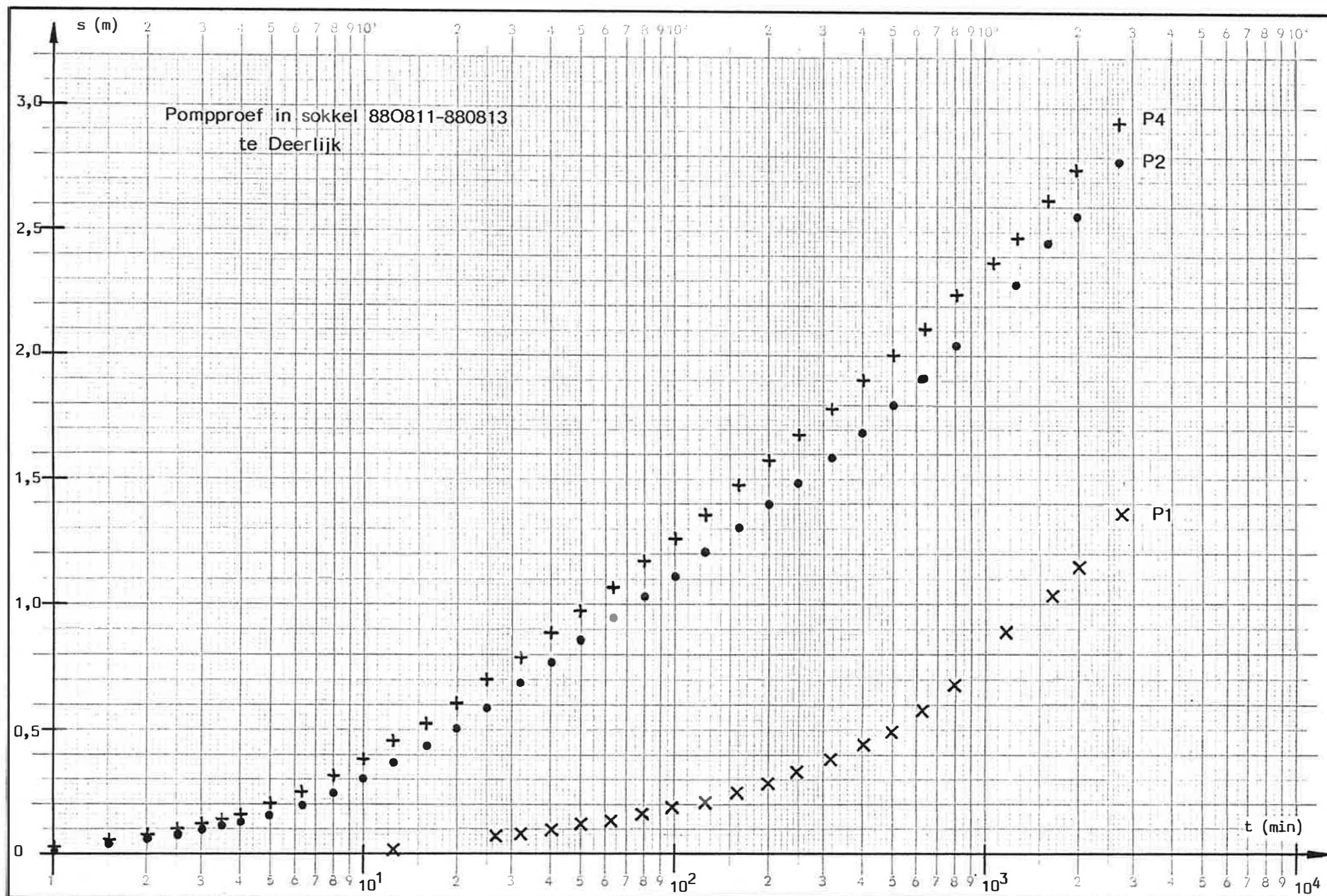


Fig. 5 - Tijd- verlagingenkurven van de peilputten 1,2 en 4 (methode van JACOB).

Peilput 2

$$kD = \frac{2,3 \times 466,56 \text{ m}^3/\text{d}}{4 \times \pi \times 0,937 \text{ m}} = 91,14 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$S = \frac{2,25 \times 91,14 \text{ m}^2/\text{d} \times 6,4 \text{ min}}{(172 \text{ m})^2 \times 1440} = 3,1 \cdot 10^{-5}$$

Peilput 4

$$kD = \frac{2,3 \times 466,56 \text{ m}^3/\text{d}}{4 \times \pi \times 1,025 \text{ m}} = 83,31 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$S = \frac{2,25 \times 83,31 \text{ m}^2/\text{d} \times 5,7 \text{ min}}{(211 \text{ m})^2 \times 1440} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

### 5.1.2. Stijgproef

#### 5.1.2.1. Inleiding

De stijging waargenomen na het stilleggen der pumping werd geïnterpreteerd volgens de restverlagingsmethode van THEIS. Hierbij wordt op half-logaritmisch papier de restverlaging  $s''$  uitgezet tegenover de verhouding  $t/t''$ , waarbij  $t$  de tijd is sinds het aanleggen van de pomp en  $t''$  de tijd sinds het stilleggen van de pomp. Uit de helling van het rechte gedeelte van de curve kan het doorlaatvermogen worden bepaald.

#### 5.1.2.2. Resultaten

De restverlagingskurve van de drie peilputten zijn afgebeeld op fig. 6. De waargenomen restverlagingsen zijn in tabel 5 weergegeven.

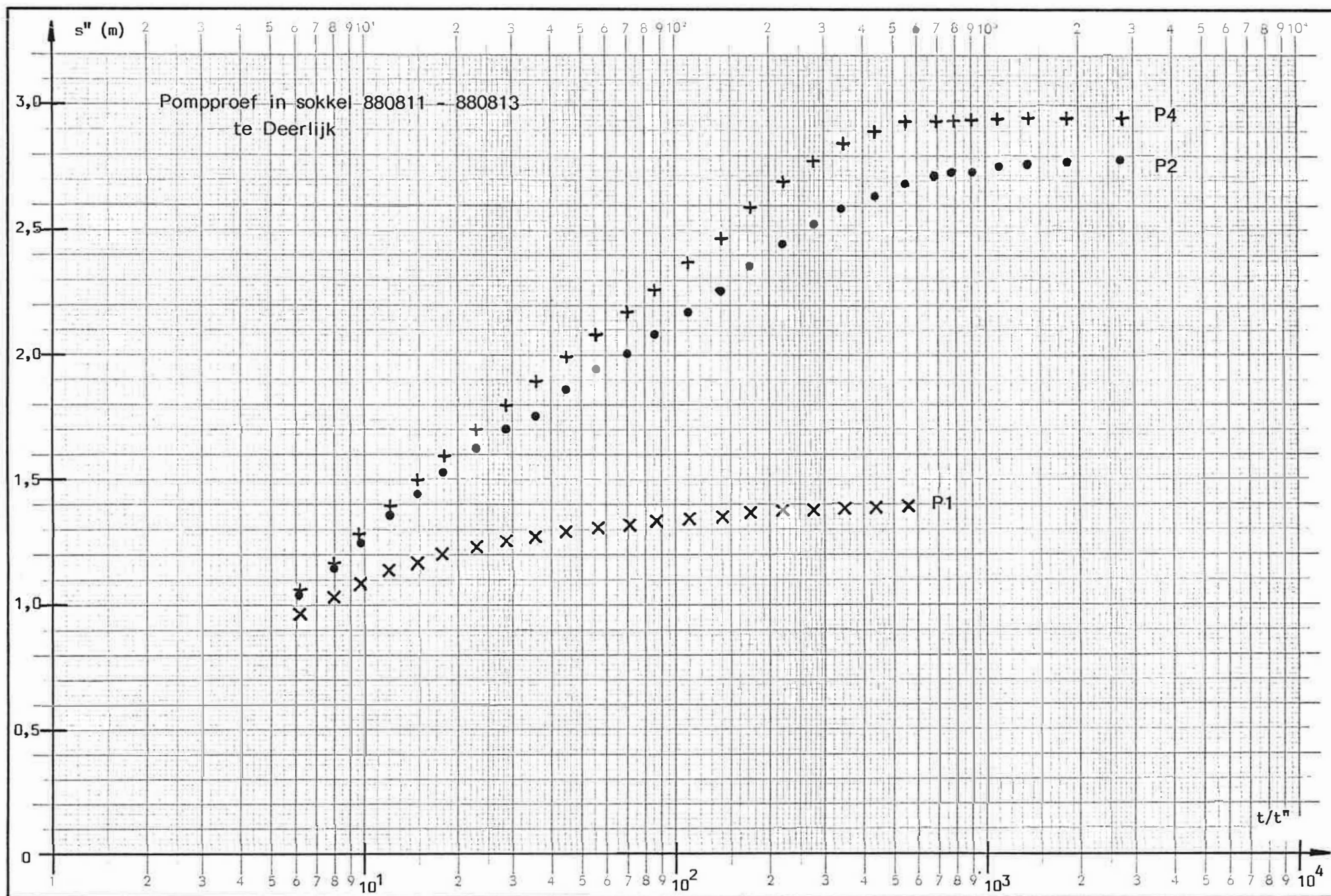


Fig. 6 - Restverlagingskurven van de peilputten 1,2 en 4.

Peilput P1

$$s'' = 0,11 \text{ m}$$

$$kD = \frac{2,3 \times 466,56 \text{ m}^3/\text{d}}{4 \times \pi \times 0,11 \text{ m}} = 776,3 \text{ m}^2/\text{d}$$

Peilput P2

$$s'' = 0,84 \text{ m}$$

$$kD = \frac{2,3 \times 466,56 \text{ m}^3/\text{d}}{4 \times \pi \times 0,84 \text{ m}} = 101,66 \text{ m}^2/\text{d}$$

Peilput P3

$$s'' = 1,0 \text{ m}$$

$$kD = \frac{2,3 \times 466,56 \text{ m}^3/\text{d}}{4 \times \pi \times 1 \text{ m}} = 85,39 \text{ m}^2/\text{d}$$

**5.1.3: Bespreking**

De waarden gevonden volgens de klassieke interpretatiemethoden waarbij men een isotrope watervoerende laag veronderstelt zijn verzameld in tabel 6.

Tabel 6 - Hydraulische parameters bepaald volgens de klassieke interpretatiemethoden (isotrope watervoerende laag)

Peilput	Doorlaatvermogen $kD$ (in $m^2/d$ )			Bergingscoëfficiënt $S$	
	Verlaging volgens THEIS	Verlaging volgens JACOB	Restverlaging volgens THEIS	Verlaging volgens THEIS	Verlaging volgens JACOB
P1	74,26	73,62	776,30	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
P2	82,50	91,14	101,66	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$
P4	77,35	83,31	85,39	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$

Het feit dat voor de hydraulische parameters sterk verschillende waarden worden gevonden is te wijten aan de vereenvoudigingen volgens het gebruikte model. Het model van THEIS veronderstelt namelijk een isotrope watervoerende laag die boven- en onderaan begrensd is door een ondoorlatende laag.

## 5.2. Interpretatie van de pomp- en stijgproef ingeval men een anisotrope watervoerende laag veronderstelt

### 5.2.1. Interpretatie volgens HANTUSH (1966)

De theoretische beschouwingen omtrent deze interpretatiemethode kunnen benevens in het oorspronkelijk artikel (1966) gevonden worden in het verslag over de pompproef in de sokkel te Deinze (L. LEBBE en M. MAHAUDEN, 1987). Als waarden voor  $(kD)_e$  en  $(kD)_n$  neemt men de gemiddelde waarden van de  $kD$  waarden bekomen volgens de klassieke grafische interpretatiemethode van THEIS en JACOB.



$$\begin{array}{ll} kD1 = 73,94 \text{ m}^2/\text{d} & S1 = 3,4 \cdot 10^{-5} \\ kD2 = 86,82 \text{ m}^2/\text{d} & S2 = 1,7 \cdot 10^{-4} \\ kD4 = 80,33 \text{ m}^2/\text{d} & S4 = 1,8 \cdot 10^{-5} \end{array}$$

$$(kD)_e = 80,4 \text{ m}^2/\text{d}$$

De hoek  $\theta$  zijnde de hoek begrepen tussen de richting PP-P2 en de as van maximaal doorlaatvermogen bedraagt  $32,4^\circ$  in wijzerzin. De as van maximaal doorlaatvermogen vormt aldus een hoek van  $N74,8^\circ E$  met de pompput.

De verhouding van het maximale tot het minimale doorlaatvermogen bedraagt 5,2 met :

$$\begin{array}{l} (kD)_x = 183,6 \text{ m}^2/\text{d} \\ (kD)_y = 35,3 \text{ m}^2/\text{d} \end{array}$$

Dit komt overeen met een anisotropie van 2,28.

De bergingscoëfficiënt bedraagt  $4,7 \cdot 10^{-4}$

Een ellips van gelijke verlaging samen met de assen van minimaal en maximaal doorlaatvermogen zijn in fig. 7 weergegeven.

### 5.2.2. Interpretatie volgens PAPADOPOULOS (1965)

PAPADOPOULOS ontwikkelde eveneens een methode waarbij pompproeven in een anisotrope oneindig watervoerende laag bij pumping met een konstant debiet kunnen worden geïnterpreteerd. Hierbij is het terug mogelijk de assen van minimaal en maximaal doorlaatvermogen te bepalen evenals de ellips van gelijke verlaging. Voor theoretische beschouwingen verwijzen wij naar het oorspronkelijk artikel.

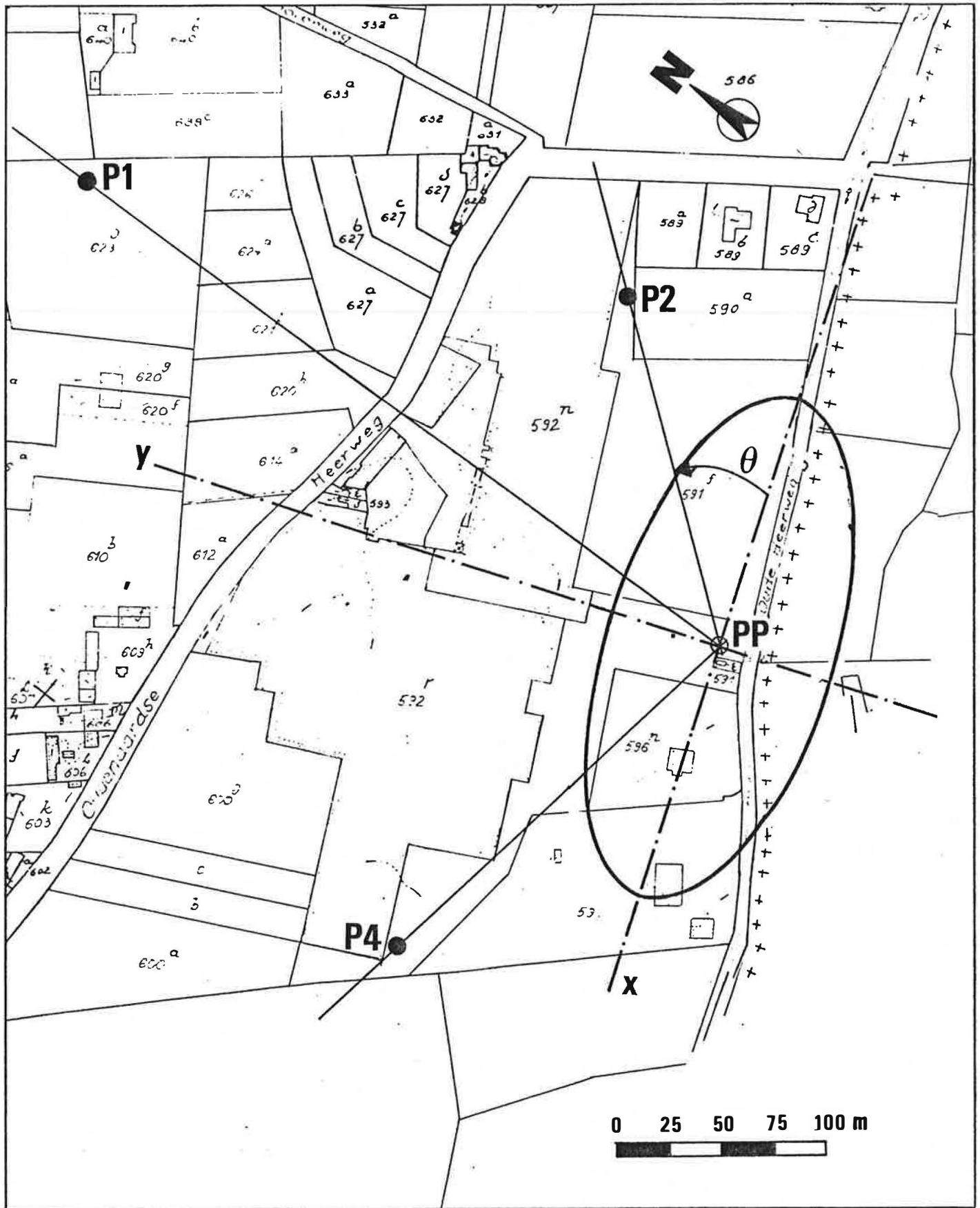


Fig. 7 - Assen van minimaal  $(kD)_y$  en maximaal  $(kD)_x$  doorlaatvermogen en ellips van gelijke verlaging voor de klassieke grafische interpretatiemethode volgens HANTUSH.

Vertrekkend van waarden bekomen volgens de klassieke grafische interpretatiemethodes van THEIS vindt men een verhouding van het maximale tot het minimale doorlaatvermogen van 4,86 met :

$$\begin{aligned}T_{\epsilon\epsilon} &= 98,7 \text{ m}^2/\text{d} \\T_{\eta\eta} &= 20,3 \text{ m}^2/\text{d}\end{aligned}$$

Dit komt overeen met een anisotropie van 2,20.

De hoek  $\theta$  zijnde de hoek begrepen tussen de richting PP-P2 en de as van maximaal doorlaatvermogen  $T_{\epsilon\epsilon}$  bedraagt  $32,6^\circ$ . De as van maximaal doorlaatvermogen vormt aldus een hoek van  $N75^\circ E$  met de pompput.

Voor de bergingscoëfficiënt werd een waarde van  $1,8 \cdot 10^{-4}$  afgeleid.

Voor deze interpretatiemethode zijn in fig. 8 tevens een ellips van gelijke verlaging samen met de assen van minimaal- en maximaal doorlaatvermogen weergegeven.

### 5.2.3. Interpretatie door middel van het invers model

Het aangeboorde gedeelte van de sokkel wordt in vijf lagen onderverdeeld. De onderste 67 m van de filter van de pompput levert gedurende de ganse pompproef water. Dit gedeelte van de sokkel komt overeen met laag 1 van het numeriek model. In het numeriek model veronderstelt men dat dit de enige laag is die aangepompt wordt. Het gedeelte van de sokkel, waarin de volle buis van de pompput aangebracht is, stemt overeen met de bovenste laag in het numeriek model (laag 5). Het gedeelte van de sokkel voorzien van de bovenste 10 m van de filter van de pompput, wordt opgedeeld in drie lagen in het numeriek model. Daar in het begin van de pompproef de grootste ver-

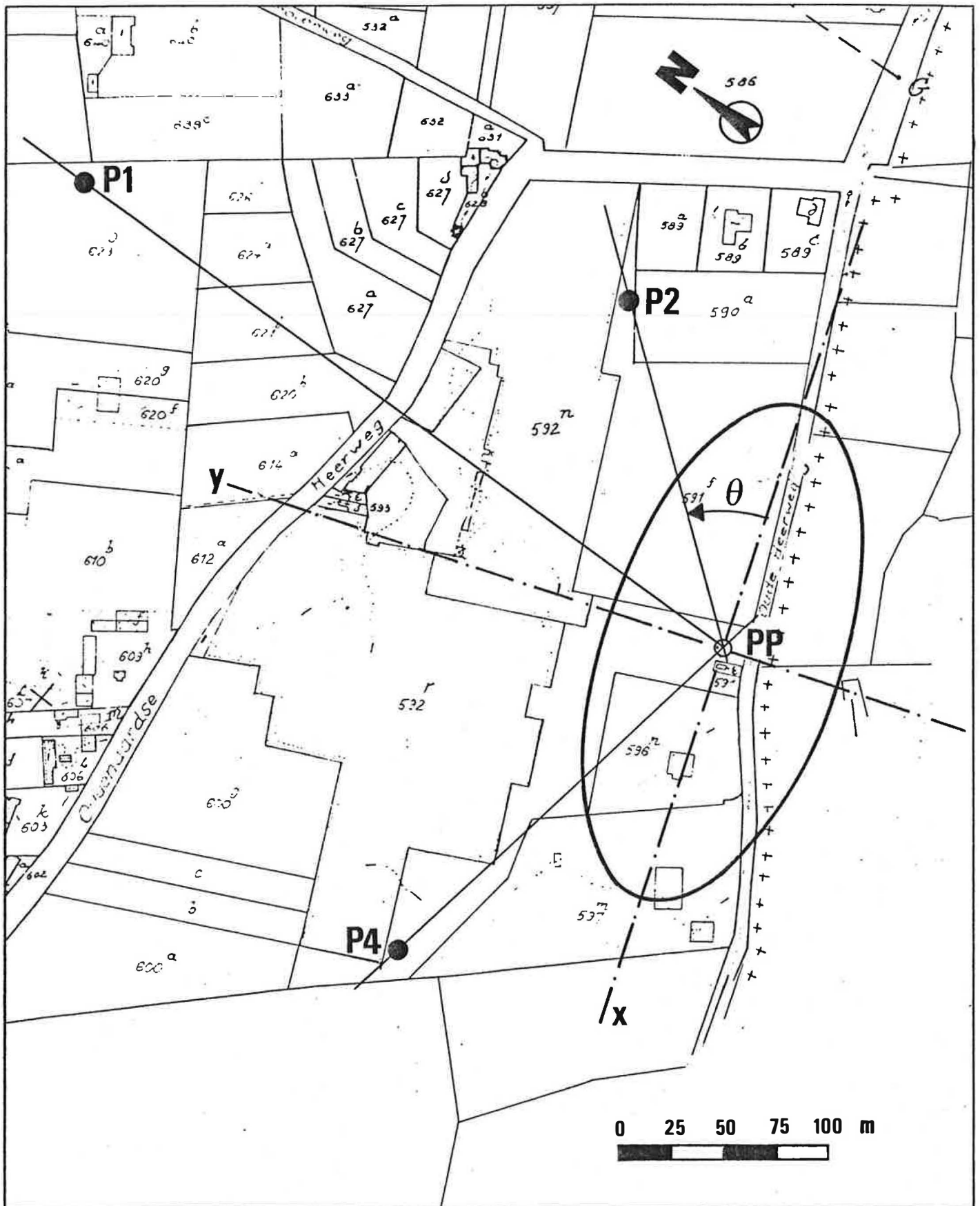


Fig. 8 - Assen van minimaal  $(kD)_y$  en maximaal  $(kD)_x$  doorlaatvermogen en ellips van gelijke verlaging voor de klassieke grafische interpretatiemethode volgens PAPADOPOULOS.

tikale gradient voorkomt op de grens van de aangepompte laag en de niet-aangepompte laag wordt de dikte van de niet-aangepompte laag, die grenst aan de aangepompte laag, zeer gering gehouden. Naar boven toe nemen de dikten van de lagen toe. De dikte van de niet-aangepompte lagen 2, 3, 4 en 5 werden gelijk gesteld aan 1, 3, 6 en 10 m.

Men stelt dat de stroming gebeurt zoals in een freatisch watervoerende laag. Juist voor de start van de pompproef komt de stijghoogte in de pompput en iedere peilput in de sokkel overeen met het niveau van de top van de sokkel. Men veronderstelt dat de stroming gebeurt zoals in een homogeen anisotroop midden zoals bij de laatste interpretatiefazen van de interpretatie van de pompproeven in de sokkel te Deinze en te Kortemark (LEBBE & MAHAUDEN, 1987, 1988). Overeenkomstig deze veronderstelling worden zes parameters als te bepalen beschouwd : het is de effectieve horizontale doorlatendheid, de verticale doorlatendheid en de specifieke elastische berging, de bergingscoëfficiënt nabij de watertafel, de anisotropie en de hoofdrichting met de maximale horizontale doorlatendheid.

Van de waargenomen verlagingen worden enkel deze ingevoerd die groter zijn dan 0,05 m. Daar in het begin van de pompproef de verlaging zeer vlug toeneemt kan een grote relatieve fout op de waargenomen verlaging optreden als de verlaging niet gemeten werd op het juiste tijdstip sinds het starten van de pomp.

Het niet-lineair regressieproces konvergeerde naar één bepaalde oplossing. De teruggevonden waarde voor de effectieve doorlatendheid bedraagt 0,65 m/d ( $C_{f98} = 1,0203$ ,  $C_{f98m} = 1,0604$ ). Het effectieve doorlaatvermogen van het aangepompte gedeelte van de sokkel komt dus overeen met 43,48 m<sup>2</sup>/d. Voor de anisotropie  $\sqrt{m}$  wordt een waarde afgeleid van 1,7928 ( $C_{f98} = 1,08304$ ,  $C_{f98m} = 1,1379$ ) en voor de hoek  $\theta$  83,2° ( $C_{f98} = 1,04067$ ,  $C_{f98m} = 1,2553$ ). De specifieke elastische berging van de sokkel is bepaald op  $0,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1}$  ( $C_{f98} = 1,0131$ ,  $C_{f98m} = 1,0661$ ). De verticale doorlatendheid van het bovenste gedeel-

te van de sokkel komt overeen met 0,0278 m/d ( $C_{f98} = 1,0286$ ,  $C_{f98m} = 1,1794$ ). De bergingscoëfficiënt nabij de watertafel is bepaald op 0,000069 ( $C_{f98} = 1,03310$ ,  $C_{f98m} = 1,2864$ ).

De som van de kwadraten van de 162 afwijkingen werd geminimaliseerd tot op 0,5013. Aldus is de standaardafwijking van de 162 afwijkingen gereduceerd tot 0,0558. De grootste afwijkingen treden op in het begin van de pompproef. Dit kan afgeleid worden uit tabel 7 waar de logaritmen van de waargenomen en berekende verlagingen weergegeven zijn samen met hun onderlinge afwijkingen. Dit is eveneens af te leiden uit fig. 9 waar de waargenomen en berekende verlagingen weergegeven zijn in tijd-verlagings- en afstandsverlagingsgrafieken.

In fig. 10 staat de hoek  $\theta$  aangeduidt die gelegen is tussen de hoofdrichting met de maximale doorlatendheid en de richting PP-P1 en de hoeken  $\alpha_2$  en  $\alpha_3$  die gelegen zijn tussen de richting PP-P1 en respectievelijk de PP-P2 en PP-P4. In deze figuur staat eveneens een ellips voorgesteld rond de pompput waar op ieder tijdstip gelijke verlagingen voorkomen.

In fig. 11 worden de sommen van de kwadraten van de 162 afwijkingen uitgezet voor verschillende hoeken  $\theta$  en voor verschillende waarden van de anisotropie  $\sqrt{m}$ . Deze som van de kwadraten vertoont één duidelijk minimum. In fig. 12 staat de som van de kwadraten van de 162 afwijkingen terug tegenover de hoeken  $\theta$  en de anisotropie  $\sqrt{m}$  over een kleiner waardeinterval. De assen zijn bovendien logaritmisch.

Tabel 7 - Vergelijking van de waargenomen en berekende verlagingen bij veronderstelling dat gepompt wordt op een anisotrope water-voerende laag

RADIUS OF WELLSCREEN, R, IN M,-----	0.100
INITIAL TIME, T <sub>1</sub> , IN MIN,-----	0.010
LOGARTMIC INCREASE OF TIME AND OF RADIUS OF RINGS	
LOGA,-----	0.100
LATEST CALCULATED TIME, T <sub>2</sub> , IN MIN,-----	4010.
NUMBER OF LAYERS, N,-----	5
NUMBER OF RINGS, M,-----	48
THICKNESS OF THE SUCCESSIVE LAYERS, IN M NUMBERED FROM LOWER TO UPPER	
THICKNESS OF LAYER 1, IN M,-----	67.000
THICKNESS OF LAYER 2, IN M,-----	1.000
THICKNESS OF LAYER 3, IN M,-----	3.000
THICKNESS OF LAYER 4, IN M,-----	6.000
THICKNESS OF LAYER 5, IN M,-----	10.000
HYDRAULIC CONDUCTIVITY, K( 1), IN M/DAY,-----	0.649
HYDRAULIC CONDUCTIVITY, K( 2), IN M/DAY,-----	0.649
HYDRAULIC CONDUCTIVITY, K( 3), IN M/DAY,-----	0.649
HYDRAULIC CONDUCTIVITY, K( 4), IN M/DAY,-----	0.649
HYDRAULIC CONDUCTIVITY, K( 5), IN M/DAY,-----	0.649
HYDRAULIC RESISTANCE, C( 1), IN DAY,-----	18.
HYDRAULIC RESISTANCE, C( 2), IN DAY,-----	72.
HYDRAULIC RESISTANCE, C( 3), IN DAY,-----	162.
HYDRAULIC RESISTANCE, C( 4), IN DAY,-----	469.
SPECIFIC ELASTIC STORAGE, SA( 1), IN M-1,-----	0.20D-06
SPECIFIC ELASTIC STORAGE, SA( 2), IN M-1,-----	0.20D-06
SPECIFIC ELASTIC STORAGE, SA( 3), IN M-1,-----	0.20D-06
SPECIFIC ELASTIC STORAGE, SA( 4), IN M-1,-----	0.20D-06
SPECIFIC ELASTIC STORAGE, SA( 5), IN M-1,-----	0.20D-06
STORAGE COEFFICIENT AT THE WATERTABLE, S <sub>0</sub> ,-----	0.000069
DISCHARGE OF LAYER 1, IN M <sup>3</sup> /DAY,-----	466.560
DISCHARGE OF LAYER 2, IN M <sup>3</sup> /DAY,-----	0.000
DISCHARGE OF LAYER 3, IN M <sup>3</sup> /DAY,-----	0.000
DISCHARGE OF LAYER 4, IN M <sup>3</sup> /DAY,-----	0.000
DISCHARGE OF LAYER 5, IN M <sup>3</sup> /DAY,-----	0.000
OBSERVATION WELL 1 IN LAYER 1 AT 503.7M OF PUMPED WELL	
OBSERVATION TIME(MIN) LOG. CALCUL. LOG. OBSERVED LOG. DIF.	
NUMBER OBSERVATION DRAWDOWN(M) DRAWDOWN(M) DRAWDOWN	
1 26.70 -1.2676 -1.1549 -0.1127	
2 32.00 -1.1790 -1.0969 -0.0821	
3 40.00 -1.0883 -1.0223 -0.0660	
4 50.00 -1.0080 -0.9586 -0.0494	
5 63.00 -0.9285 -0.8794 -0.0491	
6 80.00 -0.8452 -0.8097 -0.0355	
7 100.00 -0.7649 -0.7447 -0.0202	
8 125.00 -0.6829 -0.6819 -0.0009	
9 160.00 -0.5913 -0.6108 0.0195	
10 200.00 -0.5090 -0.5528 0.0438	
11 250.00 -0.4279 -0.4881 0.0602	
12 320.00 -0.3420 -0.4225 0.0805	
13 405.00 -0.2650 -0.3565 0.0916	
14 500.00 -0.2003 -0.3098 0.1095	
15 625.00 -0.1372 -0.2314 0.0942	
16 795.00 -0.0734 -0.1624 0.0890	
17 1245.00 0.0298 -0.0531 0.0829	
18 1605.00 0.0806 0.0128 0.0678	
19 1975.00 0.1185 0.0626 0.0559	
20 2722.00 0.1730 0.1374 0.0356	
21 2766.00 0.1755 0.1414 0.0340	
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 1 OF	
20 OBSERVATIONS AFTER 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE	0.0281
STANDARD DEVIATION -----	0.0600
MEAN OF DEVIATIONS TO ALL OBSERVATIONS OF WELL 1 -----	0.0214
STANDARD DEVIATION -----	0.0661

Tabel 7 - vervolg 1

OBSERVATION WELL 2 IN LAYER 1 AT 184.6M OF PUMPED WELL				
OBSERVATION NUMBER	TIME(MIN) OBSERVATION	LOG. CALCUL. DRAWDOWN(M)	LOG. OBSERVED DRAWDOWN(M)	LOG. DIF. DRAWDOWN
1	2.00	-1.4412	-1.2076	-0.2336
2	2.50	-1.1966	-1.0862	-0.1104
3	3.00	-1.0322	-1.0132	-0.0190
4	3.50	-0.9101	-0.9508	0.0406
5	4.00	-0.8123	-0.8962	0.0839
6	5.00	-0.6764	-0.8153	0.1389
7	6.30	-0.5599	-0.7100	0.1501
8	8.00	-0.4610	-0.6055	0.1445
9	10.00	-0.3848	-0.5200	0.1352
10	12.50	-0.3225	-0.4425	0.1200
11	16.00	-0.2662	-0.3625	0.0963
12	20.00	-0.2245	-0.2933	0.0688
13	25.00	-0.1891	-0.2306	0.0416
14	32.00	-0.1546	-0.1662	0.0116
15	40.00	-0.1258	-0.1158	-0.0101
16	50.00	-0.0973	-0.0696	-0.0277
17	63.00	-0.0666	-0.0269	-0.0398
18	80.00	-0.0322	0.0137	-0.0458
19	100.00	0.0012	0.0473	-0.0461
20	125.00	0.0356	0.0799	-0.0443
21	160.00	0.0745	0.1153	-0.0408
22	200.00	0.1096	0.1436	-0.0340
23	250.00	0.1458	0.1708	-0.0251
24	320.00	0.1832	0.2003	-0.0171
25	400.00	0.2157	0.2263	-0.0106
26	500.00	0.2466	0.2531	-0.0065
27	630.00	0.2769	0.2815	-0.0046
28	800.00	0.3080	0.3105	-0.0025
29	1250.00	0.3592	0.3579	0.0013
30	1600.00	0.3850	0.3895	-0.0046
31	1965.00	0.4052	0.4094	-0.0042
32	2729.00	0.4371	0.4447	-0.0075
33	2766.00	0.4384	0.4462	-0.0079
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 2 OF				
13 OBSERVATIONS BEFORE 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE				0.0505
STANDARD DEVIATION				0.1132
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 2 OF				
20 OBSERVATIONS AFTER 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE				-0.0183
STANDARD DEVIATION				0.0180
MEAN OF DEVIATIONS TO ALL OBSERVATIONS OF WELL 2				0.0088
STANDARD DEVIATION				0.0785



Tabel 7 - vervolg 2

OBSERVATION WELL 3 IN LAYER 1 AT 172.3M OF PUMPED WELL				
OBSERVATION NUMBER	TIME(MIN) OBSERVATION	LOG. CALCUL. DRAWDOWN(M)	LOG. OBSERVED DRAWDOWN(M)	LOG. DIF. DRAWDOWN
1	2.00	-1.2811	-1.1249	-0.1561
2	2.50	-1.0623	-1.0132	-0.0491
3	3.00	-0.9146	-0.9393	0.0248
4	3.50	-0.8044	-0.8633	0.0588
5	4.00	-0.7160	-0.8268	0.1108
6	5.00	-0.5926	-0.7144	0.1216
7	6.30	-0.4865	-0.6073	0.1208
8	8.00	-0.3961	-0.5045	0.1083
9	10.00	-0.3262	-0.4202	0.0940
10	12.50	-0.2688	-0.3478	0.0789
11	16.00	-0.2169	-0.2782	0.0613
12	20.00	-0.1783	-0.2197	0.0414
13	25.00	-0.1452	-0.1643	0.0191
14	32.00	-0.1131	-0.1079	-0.0052
15	40.00	-0.0860	-0.0590	-0.0270
16	50.00	-0.0591	-0.0155	-0.0436
17	63.00	-0.0302	0.0249	-0.0551
18	80.00	0.0025	0.0663	-0.0638
19	100.00	0.0340	0.1004	-0.0663
20	125.00	0.0667	0.1326	-0.0659
21	160.00	0.1036	0.1673	-0.0638
22	200.00	0.1369	0.1959	-0.0589
23	250.00	0.1715	0.2219	-0.0505
24	320.00	0.2071	0.2502	-0.0431
25	410.00	0.2415	0.2788	-0.0373
26	510.00	0.2702	0.2999	-0.0297
27	635.00	0.2977	0.3241	-0.0264
28	810.00	0.3281	0.3502	-0.0222
29	1074.00	0.3596	0.3757	-0.0160
30	1260.00	0.3768	0.3918	-0.0150
31	1591.00	0.4003	0.4195	-0.0192
32	1985.00	0.4214	0.4378	-0.0163
33	2708.00	0.4507	0.4676	-0.0169
34	2766.00	0.4525	0.4703	-0.0177
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 3 OF				
13 OBSERVATIONS BEFORE 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE				0.0488
STANDARD DEVIATION				0.0787
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 3 OF				
21 OBSERVATIONS AFTER 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE				-0.0362
STANDARD DEVIATION				0.0202
MEAN OF DEVIATIONS TO ALL OBSERVATIONS OF WELL 3				-0.0037
STANDARD DEVIATION				0.0652

Tabel 7 - vervolg 3

OBSERVATION WELL 4 IN LAYER 1 AT503.7M OF PUMPED WELL				
OBSERVATION NUMBER	TIME(MIN) OBSERVATION	LOG. CALCUL. DRAWDOWN(M)	LOG. OBSERVED DRAWDOWN(M)	LOG. DIF. DRAWDOWN
1	2776.00	0.1743	0.1392	0.0350
2	2778.50	0.1725	0.1383	0.0342
3	2782.00	0.1695	0.1361	0.0335
4	2786.00	0.1661	0.1329	0.0332
5	2791.00	0.1623	0.1303	0.0320
6	2798.00	0.1578	0.1265	0.0314
7	2806.00	0.1536	0.1219	0.0317
8	2816.00	0.1491	0.1173	0.0319
9	2829.00	0.1438	0.1116	0.0322
10	2846.00	0.1370	0.1055	0.0315
11	2866.00	0.1290	0.0990	0.0300
12	2891.00	0.1189	0.0906	0.0283
13	2926.00	0.1047	0.0799	0.0248
14	2966.00	0.0888	0.0689	0.0199
15	3016.00	0.0692	0.0550	0.0142
16	3086.00	0.0429	0.0374	0.0055
17	3166.00	0.0149	0.0145	0.0004
18	3278.00	-0.0216	-0.0132	-0.0084
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 4 OF				
18 OBSERVATIONS AFTER 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE				0.0245
STANDARD DEVIATION				0.0130
MEAN OF DEVIATIONS TO ALL OBSERVATIONS OF WELL 4				0.0245
STANDARD DEVIATION				0.0130

OBSERVATION WELL 5 IN LAYER 1 AT184.6M OF PUMPED WELL				
OBSERVATION NUMBER	TIME(MIN) OBSERVATION	LOG. CALCUL. DRAWDOWN(M)	LOG. OBSERVED DRAWDOWN(M)	LOG. DIF. DRAWDOWN
1	2767.00	0.4382	0.4459	-0.0077
2	2767.50	0.4367	0.4444	-0.0077
3	2768.00	0.4335	0.4428	-0.0093
4	2768.50	0.4293	0.4412	-0.0120
5	2769.00	0.4245	0.4395	-0.0150
6	2769.50	0.4195	0.4378	-0.0182
7	2770.00	0.4145	0.4355	-0.0211
8	2771.00	0.4049	0.4304	-0.0255
9	2772.30	0.3935	0.4234	-0.0299
10	2774.00	0.3808	0.4140	-0.0332
11	2776.00	0.3686	0.4031	-0.0345
12	2778.50	0.3566	0.3904	-0.0338
13	2782.00	0.3438	0.3731	-0.0293
14	2786.00	0.3330	0.3549	-0.0219
15	2791.00	0.3228	0.3387	-0.0158
16	2798.00	0.3119	0.3210	-0.0091
17	2806.00	0.3019	0.3056	-0.0036
18	2816.00	0.2912	0.2887	0.0025
19	2829.00	0.2786	0.2711	0.0075
20	2846.00	0.2629	0.2516	0.0113
21	2866.00	0.2460	0.2325	0.0135
22	2891.00	0.2264	0.2114	0.0150
23	2926.00	0.2013	0.1867	0.0146
24	2966.00	0.1753	0.1620	0.0134
25	3016.00	0.1446	0.1348	0.0098
26	3086.00	0.1082	0.1011	0.0071
27	3166.00	0.0716	0.0652	0.0064
28	3266.00	0.0316	0.0245	0.0071
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 5 OF				
28 OBSERVATIONS AFTER 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE				-0.0078
STANDARD DEVIATION				0.0167
MEAN OF DEVIATIONS TO ALL OBSERVATIONS OF WELL 5				-0.0078
STANDARD DEVIATION				0.0167

Tabel 7 - vervolg 4

OBSERVATION WELL 6 IN LAYER 1 AT 172.3M OF PUMPED WELL				
OBSERVATION NUMBER	TIME(MIN) OBSERVATION	LOG. CALCUL. DRAWDOWN(M)	LOG. OBSERVED DRAWDOWN(M)	LOG. DIF. DRAWDOWN
1	2767.00	0.4522	0.4701	-0.0179
2	2767.50	0.4498	0.4701	-0.0203
3	2768.00	0.4456	0.4698	-0.0242
4	2768.50	0.4404	0.4697	-0.0293
5	2769.00	0.4348	0.4694	-0.0346
6	2769.50	0.4290	0.4688	-0.0397
7	2770.00	0.4233	0.4683	-0.0450
8	2771.00	0.4128	0.4667	-0.0539
9	2772.30	0.4006	0.4616	-0.0610
10	2774.00	0.3872	0.4541	-0.0669
11	2776.00	0.3745	0.4440	-0.0696
12	2778.50	0.3620	0.4312	-0.0692
13	2782.00	0.3489	0.4128	-0.0639
14	2786.00	0.3379	0.3932	-0.0554
15	2791.00	0.3274	0.3747	-0.0473
16	2798.00	0.3163	0.3551	-0.0388
17	2806.00	0.3061	0.3371	-0.0310
18	2816.00	0.2951	0.3187	-0.0236
19	2829.00	0.2823	0.2986	-0.0164
20	2846.00	0.2662	0.2758	-0.0095
21	2866.00	0.2490	0.2541	-0.0050
22	2891.00	0.2291	0.2302	-0.0011
23	2926.00	0.2037	0.2014	0.0023
24	2966.00	0.1775	0.1735	0.0040
25	3016.00	0.1465	0.1440	0.0025
26	3086.00	0.1098	0.1062	0.0036
27	3166.00	0.0730	0.0682	0.0048
28	3266.00	0.0329	0.0253	0.0076
MEAN OF DEVIATIONS TO OBSERVATIONS IN WELL 6 OF				
28 OBSERVATIONS AFTER 31.6 MIN. AFTER START OF PUMPAGE				-0.0285
STANDARD DEVIATION				0.0257
MEAN OF DEVIATIONS TO ALL OBSERVATIONS OF WELL 6				-0.0285
STANDARD DEVIATION				0.0257
MEAN OF DEVIATIONS TO ALL OBSERVATIONS				0.0002
STANDARD DEVIATION				0.0558
MEAN OF DEVIATIONS OF 162 OBSERVATIONS IN LAYER 1				0.0002
STANDARD DEVIATION				0.0558

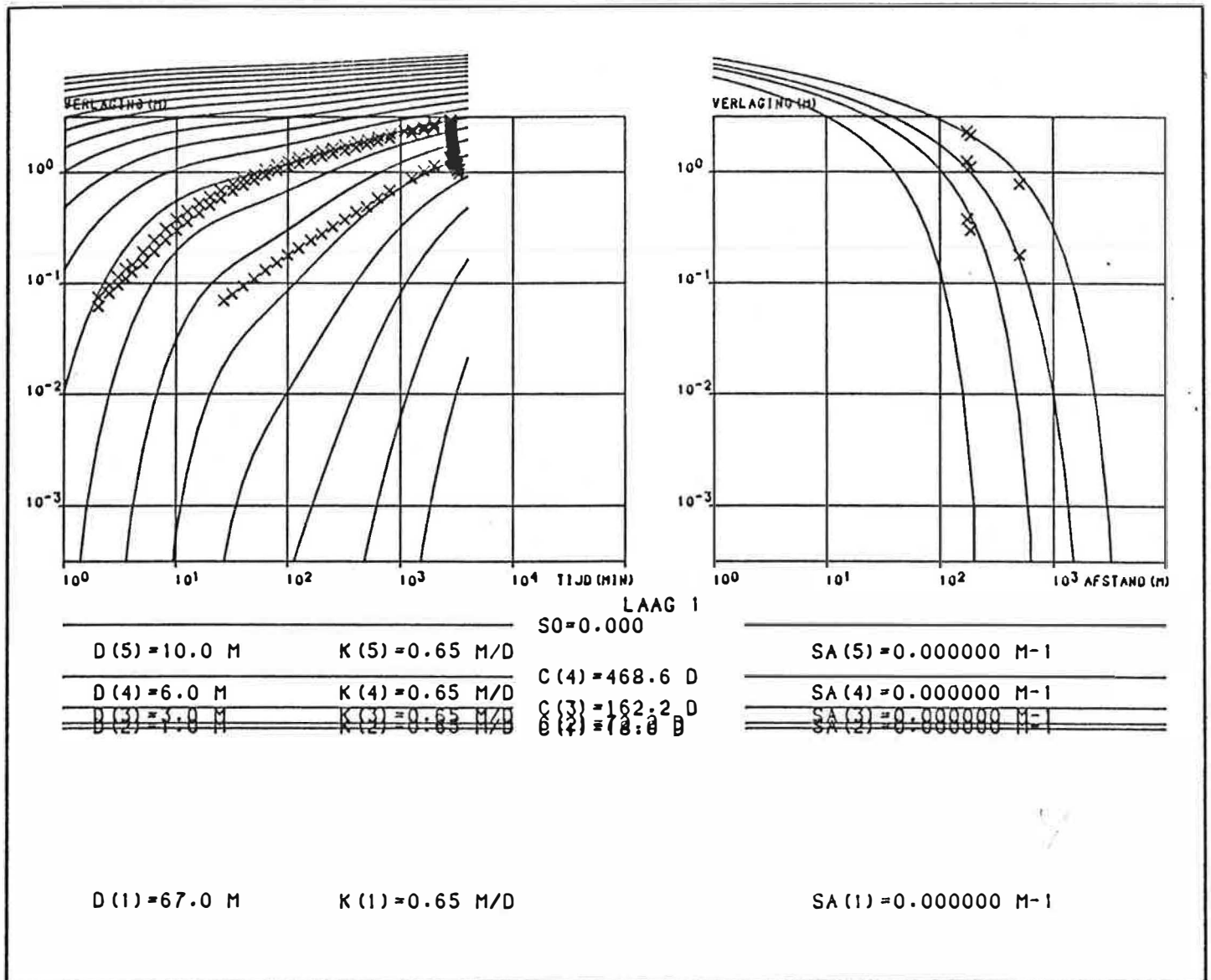
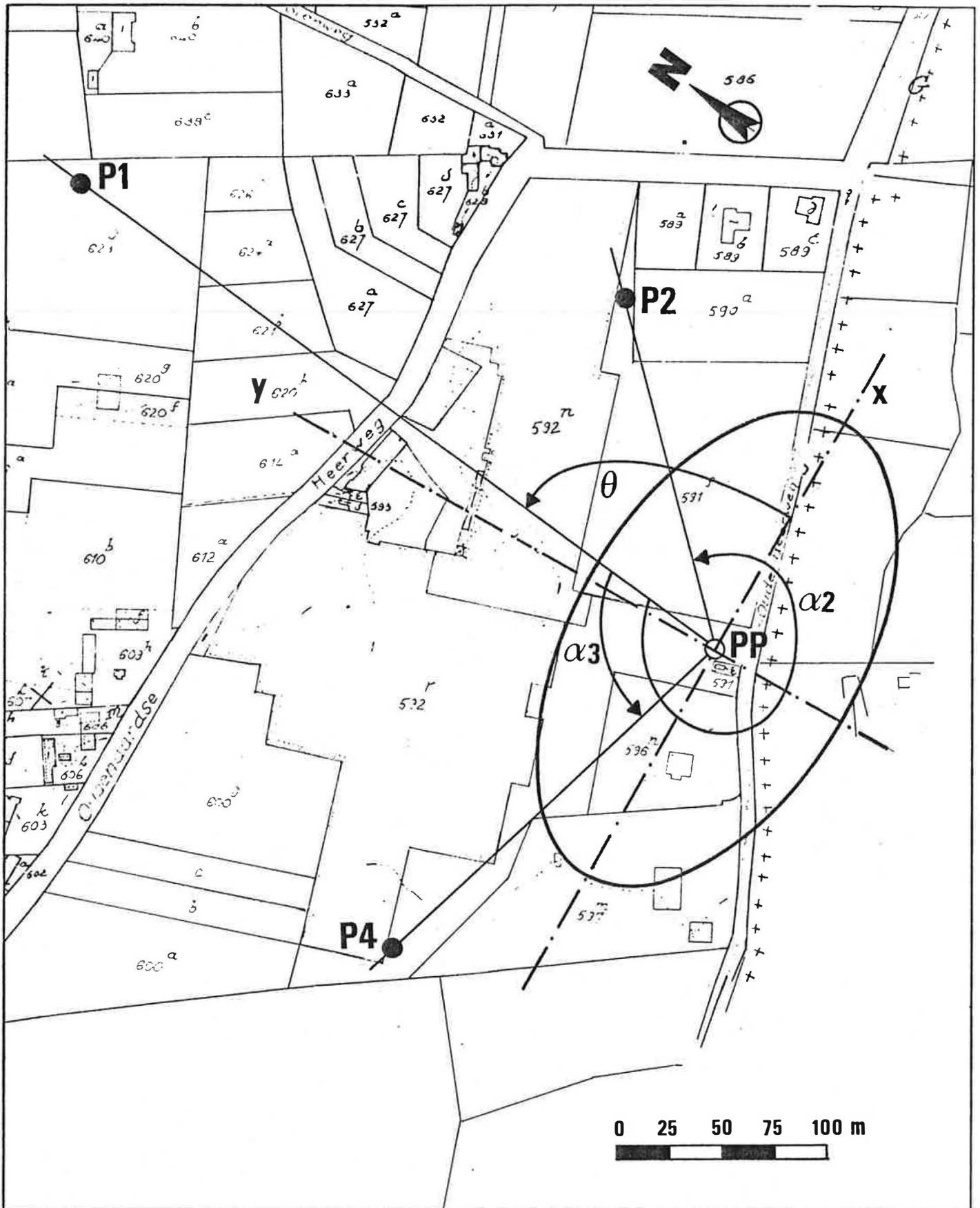


Fig. 9 - De waargenomen (kruisjes) en berekende verlagings (volle lijnen) in tijd-verlagings- en afstand-verlagingsgrafieken waarbij men een anisotrope watervoerende laag veronderstelt.



- Fig. 10 - Aanduiding van de hoek  $\theta$  die gelegen is tussen de hoofdrichting met maximaal doorlaatvermogen x en de richting PP-P1 en de hoeken  $\alpha_2$  en  $\alpha_3$  die gelegen zijn tussen de richting PP-P1 en respectievelijk PP-P2 en PP-P4. Een ellips van gelijke verlaging is voorgesteld.

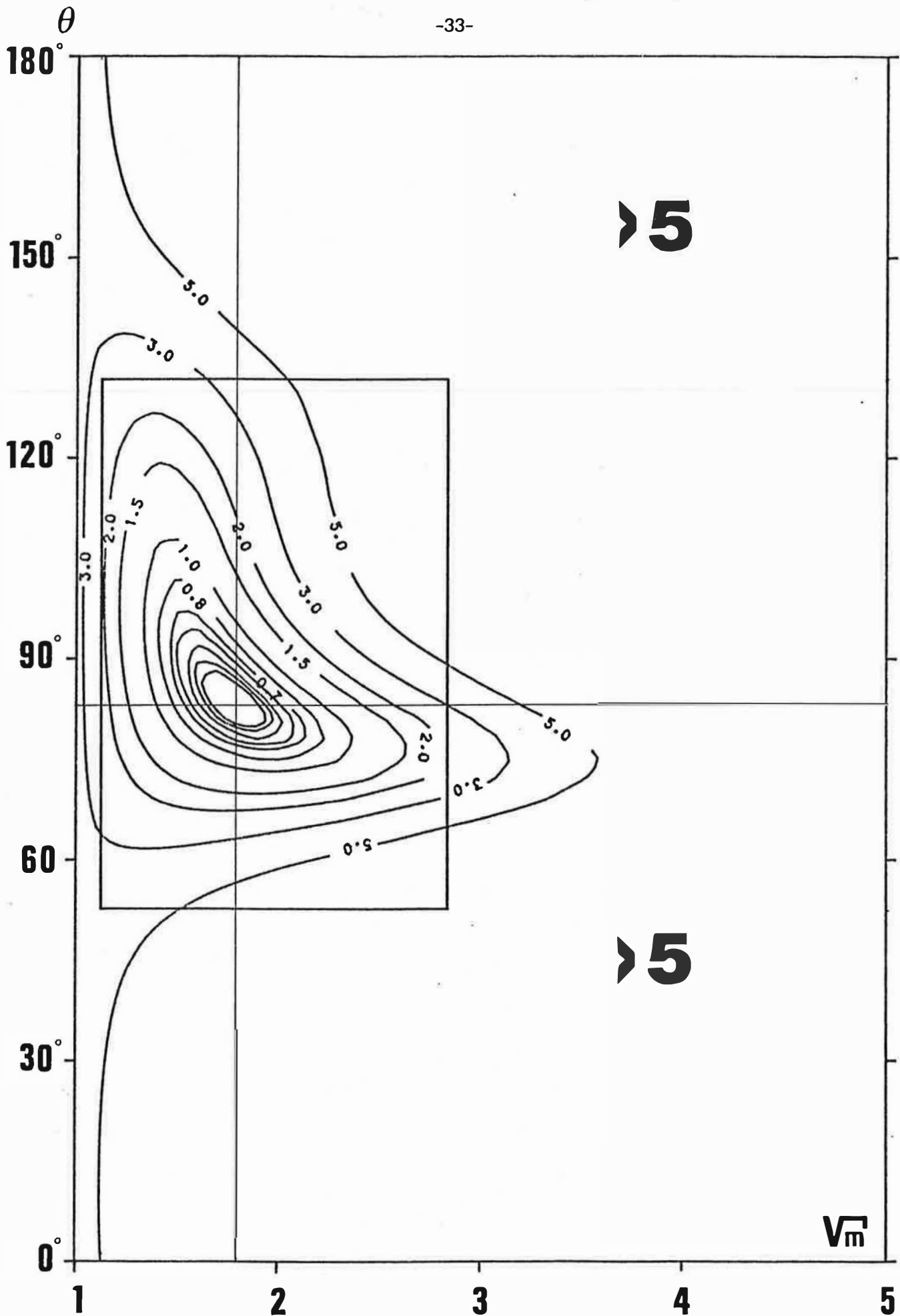


Fig. 11 - Isolijnen van de som van de kwadraten van de 162 afwijkingen van verschillende hoeken  $\theta$  en verschillende waarden van de anisotropie  $V_m$

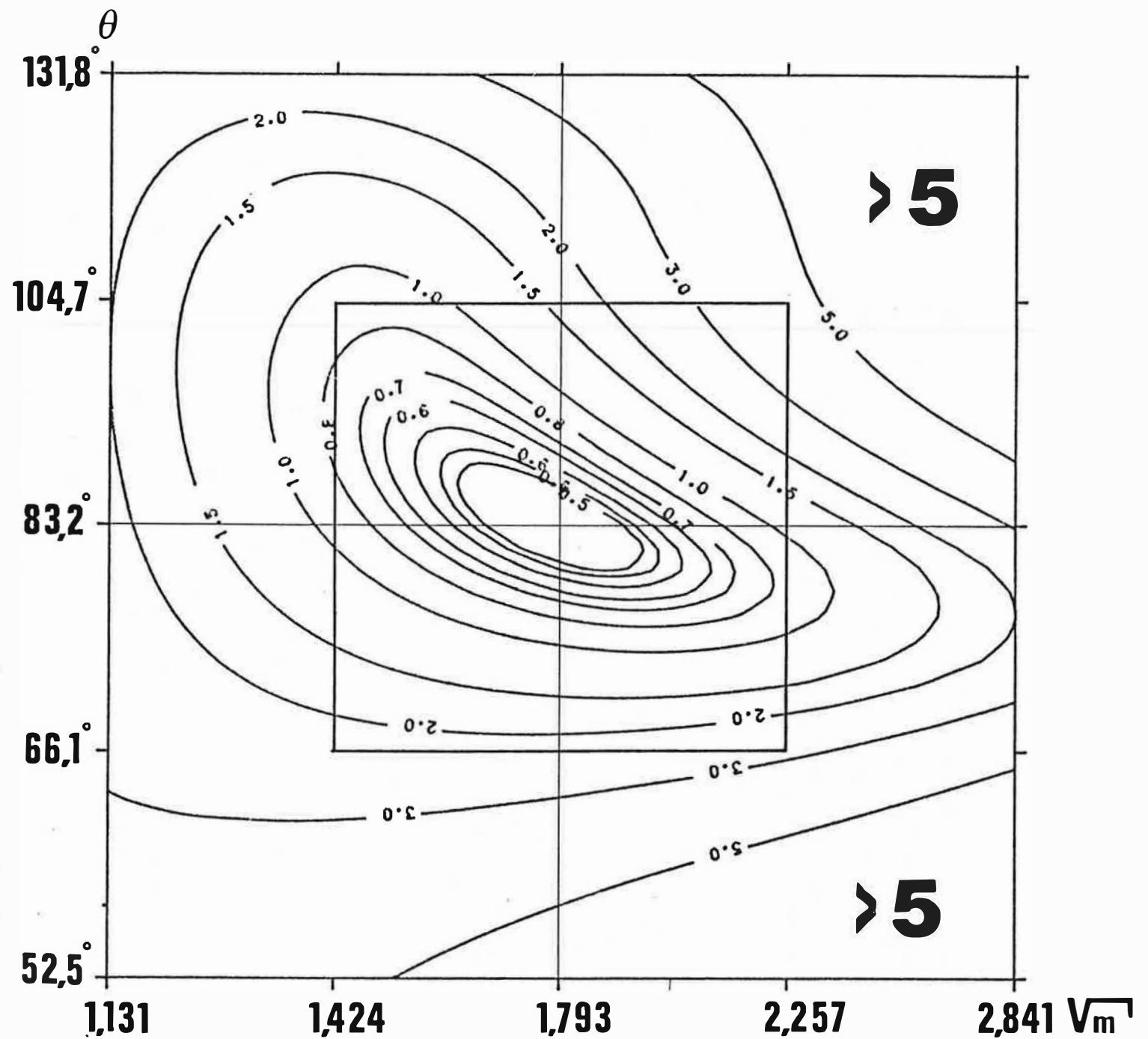


Fig. 12 - Isolijnen van de som van de kwadraten van de 162 afwijkingen tegenover de hoeken  $\theta$  en de anisotropie  $V_m$  over een kleine waardeinterval (rondom het minimum).

## 6. BESLUIT

De waarnemingen werden in een eerste fase geïnterpreteerd volgens de klassieke grafische interpretatiemethoden. In het geval men een isotrope watervoerende laag veronderstelt vindt men nogal sterk uiteenlopende waarden :

- voor put P1 :  $kD(m/d)$  : 73,6 - 776,3     $S$  :  $1,4 \cdot 10^{-4}$  -  $2,0 \cdot 10^{-4}$
- voor put P2 :  $kD(m/d)$  : 82,5 - 101,7     $S$  :  $3,1 \cdot 10^{-5}$  -  $3,6 \cdot 10^{-5}$
- voor put P4 :  $kD(m/d)$  : 77,4 - 85,4     $S$  :  $1,7 \cdot 10^{-5}$  -  $1,8 \cdot 10^{-5}$

De reden hiervoor is dat aan de veronderstellingen volgens het model van THEIS niet voldaan is. De vorm van de tijd-verlagingskurven wees reeds in deze richting.

In het geval men een anisotrope watervoerende laag veronderstelt vindt men dat de as van maximaal doorlaatvermogen een hoek van  $N74,8^\circ E$  tot  $N75^\circ E$  vormt met de pompput. De verhouding van het maximale tot het minimale doorlaatvermogen bedraagt 4,9 tot 5,2. De respectievelijke waarden voor het maximale en minimale doorlaatvermogen zijn begrepen tussen  $(kD)_x$  98,7 tot 183,6  $m^2/d$  en  $(kD)_y$  20,3 tot 35,3  $m^2/d$ .

Voor de bergingscoëfficiënt wordt een waarde bepaald van  $1,8 \cdot 10^{-4}$  tot  $4,7 \cdot 10^{-4}$ .

De gevonden waarden voor de hoofdassen zijn voor beide interpretatiemethoden (HANTUSH en PAPADOPOULOS) dezelfde, de doorlaatvermogens zijn echter nogal verschillend.

Beide klassieke interpretatiemethoden (isotropie en anisotropie) steunen overwegend op het manueel vergelijken van standaardkurven met de bekomen tijd-verlagingskurven. Gezien de vorm van de bekomen kurven afwijkt van de typische standaardvorm kan men nogal uiteenlopende resultaten bekomen voor de bepaalde hydraulische para-



meters. Bij de laatste interpretatiemethode via het mathematisch model worden alle waargenomen verlagingen tegelijkertijd bij de interpretatiemethode betrokken dit in tegenstelling met de klassieke interpretatiemethoden. Indien men veronderstelt dat de sokkel een homogeen anisotroop midden is waar de horizontale doorlatendheid verandert in functie van de richting in het horizontale vlak en die bovenaan begrensd wordt door een watertafel dan komen de waargenomen verlagingen en restverlagingen van de pompproef en de daaropvolgende stijgproef vrij goed overeen met de numeriek berekende verlagingen.

De teruggevonden waarden bij deze interpretatiefase kunnen als de meest betrouwbare verondersteld worden.

Het zijn :

- het effectieve doorlaatvermogen van de aangepompte gedeelte van de sokkel is  $43,5 \text{ m}^2/\text{d}$
- de hoofdrichting met het maximale doorlaatvermogen is N  $86^\circ\text{E}$
- de verhouding van het maximale tot het minimale doorlaatvermogen bedraagt 3,21. Het maximale doorlaatvermogen van het aangepompte gedeelte van de sokkel is  $78,0 \text{ m}^2/\text{d}$ , het minimale doorlaatvermogen is  $24,3 \text{ m}^2/\text{d}$
- de specifieke elastische berging van de sokkel is  $0,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1}$
- de verticale doorlatendheid van het bovenste gedeelte van de sokkel komt overeen met  $0,0278 \text{ m/d}$ .

## REFERENTIES

- COOPER, H.H. & JACOB, C.E. (1946). A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. Am. Geophys. Union Trans., vol. 27 : 526-534.
- DE BREUCK, W., LEBBE, L., VAN CAMP, M., DE CEUKELAIRE, M. & VAN BURM, P. (1987). Hydrogeologisch mathematisch model van de grondwaterstromingen in de gedeeltelijk afgesloten watervoerende lagen onder West-, Oost-, Zeeuws- en Frans-Vlaanderen, 105 p. (studie uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap).
- HANTUSH, M.S. (1966). Analysis of data from pumping tests in anisotropic aquifers. Journ. Geophys. Res., vol. 71 : 1709-1720.
- HANTUSH, M.S. & JACOB, C.E. (1955). Non-steady radial flow in an infinite leaky aquifer. Am. Geophys. Union Trans., vol. 36 : 95-100.
- KRUSEMAN, G.P. & DE RIDDER, N.A. (1970). Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. Intern. Inst. Land Recl. and Improv./ILRI, bull. 11 : 200.
- LEBBE, L. & MAHAUDEN, M. (1987). Pompproeven en waterstaalnamen in gespleten vaste gesteenten (Oost- en West-Vlaanderen). Resultaten van de pomp- en stijgproef bij de firma N.V. De Clerq te Deinze. Studie in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken - Belgische Geologische Dienst, 53 p., 15 fig., 8 tab.

LEBBE, L. & MAHAUDEN, M. (1988). Pompproeven en waterstaalnamen in gespleten vaste gesteenten (Oost- en West-Vlaanderen). Resultaten van de pomp- en stijgproef bij de firma N.V. Talpe-Star te Kortemark. Studie in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken - Belgische Geologische Dienst, 47 p., 16 fig., 11 tab.

LEGRAND, R. (1966). Sondages à Deerlijk. Professional Paper, nr. 4.

LEGRAND, R. (1968). Le Massif du Brabant. Toelicht. Verh. Geol. Kaart en Mijnkaart Belg. 9, 148 p.

PAPADOPOULOS, I.S. (1965). Nonsteady flow to a well in an anisotropic aquifer. A.I.S.H., Actes du colloque de Dubrovnik "Hydrologie des roches fissurées", p. 21-31.

THIERY, D., VANDENBEUSCH, M. & VAUBOURG, P. (1983). Interprétation des pompages d'essai en milieu fissuré aquifère. Documents du BRGM, no. 57 - 1983.

THEIS, C.V. (1935). The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Am. Geophys. union Trans., vol. 16 : 519-524.

## **BIJLAGEN**

**Boorstaten en technische doorsneden  
van de pompput en de winningsputten**

Blad HARELBEKE 83E

Nr. 436

Put 1

Uitgevoerd te Deerlijk

Bij B.S.T. (Belgian Sewing Thread)

Door de firma VINCKE Gullegem

Datum : 1964 en 1973

Boorbeschrijving door de boormeester

Ligging opgetekend door het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de R.U.G. op 13.08.1988

Boringsmethode met inspoeling rollbit tot 150 m diepte geboord; tot 188,25 m.

In 1973 gecementeerd tot 125 m (zandpomp) en herboord  $\varnothing$  120 mm tot 200 m. Geperforeerde buis vanaf 150 m tot 200 m.

Grondwaterstand :   bij rust 65 m onder maaiveld (1964)  
                              bij pomp 73 m onder maaiveld

Met een debiet van 7000 l/h

Hoogte van het maaiveld : +22 (volgens topografische kaart NGI op 1:10.000)

Totale diepte : 200 m

Aard der grondlagen

Klei	tot 70 m
Kalk	van 103 tot 115 m
Rots	vanaf 115 m tot 200 m

Vermoedelijke aardkundige verklaring

Ieperiaan	van ? tot 70 m
Landeniaan	van 70 m tot 103 m
Krijt	van 103 m tot 115 m
Sokkel	van 115 m tot 200 m

Blad Harelbeke 83E

nr. 437

Put 2

Uitgevoerd te Deerlijk

Bij B.S.T. (Belgian Sewing Thread)

Door de firma VINCKE - Gullegem

Datum : 1969-1970

Boorbeschrijving door de boormeester

Ligging opgetekend door het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de R.U.G. op 13.08.1988

Stalen buis tot 113,15 m, geperforeerde buis vanaf 113 m tot 190,25 m

Grondwaterstand :   bij rust 85 m onder maaiveld

                          bij pumping 95 m onder maaiveld

Met een debiet van 10.300 l/h

Hoogte van het maaiveld : +23,5 (volgens topografische kaart NGI op 1:10.000)

Totale diepte 190,25 m

Aard der grondlagen

Klei                           tot 71,25 m

Kalk

Rots                           op 114 m diepte

Harde rots                   vanaf 120 m

Vermoedelijke aardkundige verklaring

Ieperiaan                    van ? tot 71,25 m

Landeniaan                   ?

Krijt                         van ? tot 114 m

Sokkel                        van 114 m tot 190,25 m

N° 438 (IX, c)

Put 3

Uitgevoerd te : Doerlijk

Bij : Ververij de Gavers

Door : Peeters

Datum : december 1984

Topografische ligging opgetekend volgens plan op kaart 1/10.000

Geen grondstalen verzameld

Operevolgende doormeters : stijgbuis  $\varnothing$  273 mm L : 120 m  
 $\varnothing$  219 mm

Grondwaterstanden : bij ruststand : 119 m - tijdens het pompen : 140 m  
met een debiet van 12.000 l/u.

Grondwaterregister nr. : 2855/2

Hoogte van het maaiveld :  $\pm$  20 m

Totale diepte : 230 m

---

Aard der grondlagen

Diepte m

---

Beschrijving volgens boormeester

Waste gele leem	5.00
Blaue klei	56.00
Witte sandsteen	56.50
Blaue klei	68.00
Groen kleiachtig zand met schelpjes	101.00
Grof korrelig wit krijt met silicifexien	117.00
POES : grijs zacht	122.50
grijs hard	140.00
licht zwarte	155.00
licht grijs, hard en breuken	190.00
donkergrijs, zeer hard	203.00
grijs, zacht	230.00

Interpretatie :

Kwartair	:	0.00 - 5.00 m
Formatie van Ieper	:	5.00 - 68.00 m
Formatie van Landen	:	68.00 - 101.00 m
Krijt	:	101.00 - 117.00 m
Paleozoïsche Sokkel	:	117.00 - 230.00 m (geboord)

P. LAGA - 24.06.1986

N° 439 (IX, c)

Filterput 4

Uitgevoerd te : Deerlijk

Bij : Ververij De Gavers

Oude Heirweg 129

Door : Van Hie

Datum : 1985

Topografische ligging opgetekend vlg. plan op kaart 1/10.000

Geen grondstalen verzameld

Opeenvolgende doormeters : stijgbuis  $\phi$  219 mm L : 106 m  
filter  $\phi$  168,2 mm L : 73 m

Grondwaterstanden : bij ruststand : 102 m - tijdens het pompen :  
168 m met een debiet van 17.000 l/u.

Grondwaterregister nr. 2855/2

Hoogte van het maaiveld :  $\pm$  20 m

Totale diepte : 275 m

---

Aard der grondlagen

Diepte m

---

Beschrijving volgens boormeester

Vettig zand	8.00
Kleigrond	70.00
Groen zand	88.00
Zand en klei	96.00
Krijt	114.00
Grijze rots	275.00



Van de putten P1 en P2 zijn onvoldoende gegevens beschikbaar en werden geen technische doorsneden getekend

Peil (m TAW)

